

1807.1864



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

PATRICE ONNO

Application No.: 09/981,820

Filed: October 19, 2001

For: METHOD AND DEVICE FOR
PROCESSING AND DECODING
A CODED DIGITAL SIGNAL

Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/Y/A

November 29, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following French

Priority Application:

0013475, filed October 20, 2000.

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicant

Registration No. 29,286

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

0130
26/12
M.G.
3/15/02
RECEIVED
DEC 07 2001
Technology Center 2600

THIS PAGE BLANK (USPTO)



RECEIVED
DEC 07 2001
Biology Center 28000

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 20 SEP. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

THIS PAGE BLANK (USPTO)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

- DB 540 W / 190600

<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Réservé à l'INPI</div>			
REMISE DES PIÈCES DATE 20 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0013475 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 20 OCT. 2000		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE RINUY, SANTARELLI 14, avenue de la Grande Armée 75017 PARIS	
Vos références pour ce dossier <i>(facultatif)</i> BIF022848/FR			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____ N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé et dispositif de traitement et de décodage d'un signal numérique codé.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale Prénoms Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF Adresse Rue Code postal et ville Pays Nationalité N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		CANON KABUSHIKI KAISHA Société de droit Japonais _____ _____ 30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo JAPON JAPONAISE	

REMISE DES PIÈCES DATE 20 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0013475		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		BIF022848/FR	
6 MANDATAIRE Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville N° de téléphone <i>(facultatif)</i> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		RINUY, SANTARELLI 14 AVENUE DE LA GRANDE ARMÉE 75017 PARIS 01 40 55 43 43	
7 INVENTEUR (S)		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	
Maxime PETIT N°00.0407 RINUY, SANTARELLI			

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

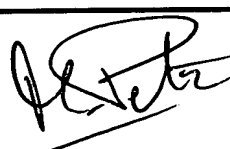
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BIF022848/FR	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		00 13 475	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé et dispositif de traitement et de décodage d'un signal numérique codé.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
CANON KABUSHIKI KAISHA			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		ONNO	
Prénoms		Patrice	
Adresse	Rue	60 avenue du Sergent Maginot,.	
	Code postal et ville	35000	RENNES, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Le 20 octobre 2000 Maxime PETIT N°00.0407 RINUY, SANTARELLI 	

5

10 La présente invention concerne un procédé de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage.

15 L'invention s'applique notamment dans le domaine du traitement des images.

Dans le cadre de la norme JPEG2000 en cours de standardisation, la structure des données internes est telle qu'un utilisateur peut avoir accès à une partie d'une image codée, appelée sous-image, sans avoir à décoder la
20 totalité de l'image.

Ceci est avantageux dans la mesure où l'utilisateur obtient la sous-image qu'il désire plus rapidement que s'il devait effectuer le décodage de l'image entière.

On connaît une méthode qui prévoit un traitement préalable pour
25 réaliser la fonction précédente. On utilise un format image dénommé "flashpix" qui contient une série d'images conformes à la norme JPEG et de taille fixe 64x64. Pour obtenir une partie de l'image ou sous image dans le format flashpix, la méthode consiste à décoder les différentes petites images de taille 64x64 pour obtenir la sous image.

30 Le décodage d'une sous-image est rendu possible en raison de la structure des données ou échantillons constituant l'image codée et qui sont

organisés en blocs, chaque bloc constituant une unité de base pour le codage de l'image.

De ce fait, il est possible d'accéder plus rapidement à la sous-image sélectionnée par l'utilisateur en n'extrayant et en ne décodant que les blocs de base correspondants à cette sous-image.

Pour ce faire, on projette d'abord la sous-image dans les différentes sous-bandes de fréquence qui sont obtenues par décomposition de l'image en sous-bandes de fréquence suivant un ou plusieurs niveaux de décomposition. On identifie ensuite, dans les différentes sous-bandes, les blocs de base dans lesquels se retrouve la sous-image et on procède à leur décodage afin de reconstruire la sous-image.

En procédant ainsi, la Demanderesse a constaté que la sous-image restituée par ce procédé présente sur ses bords, dans certaines conditions, de nombreux défauts qui dégradent considérablement la qualité de cette sous-image.

La Demanderesse a constaté que ce problème pouvait être généralisé au cas d'un signal numérique codé qui n'est pas nécessairement une image codée et qui comporte un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques.

Un tel signal numérique peut par exemple être un signal sonore.

Compte tenu de ce qui précède, la Demanderesse s'est intéressée à un nouveau procédé et à un nouveau dispositif de traitement d'un signal numérique codé qui permettent d'estimer la qualité de restitution d'une partie du signal avant décodage de celui-ci et, éventuellement, d'intervenir sur cette qualité avant de procéder au décodage de cette partie.

La présente invention a ainsi pour objet un procédé de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- détermination du sous-ensemble d'échantillons correspondant à une partie du signal numérique codé à partir de l'ensemble d'informations,

- obtention du nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé et qui sont contenus dans le sous-ensemble d'échantillons déterminé,

- décision quant à une modification du sous-ensemble d'échantillons déterminé en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

Corrélativement, l'invention vise un dispositif de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de détermination du sous-ensemble d'échantillons correspondant à une partie du signal numérique codé à partir de l'ensemble d'informations,

- des moyens d'obtention du nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé et qui sont contenus dans le sous-ensemble d'échantillons déterminé,

- des moyens de décision quant à une modification du sous-ensemble d'échantillons déterminé en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

La Demanderesse s'est aperçue de façon tout à fait inattendue que la qualité avec laquelle une partie du signal est restituée dépend du type d'échantillons présents dans ce signal et de leur nombre.

Ainsi, en déterminant le nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé présents dans cette partie du signal codé, on peut donc estimer la qualité de restitution de cette partie du signal avant le décodage de celle-ci.

En fonction de ce nombre d'échantillons déterminé qui est représentatif de la qualité de restitution de la partie du signal, on peut ainsi décider ou non de modifier cette partie afin d'influer sur sa qualité de restitution.

En considérant que les échantillons de différents types du signal numérique codé sont des coefficients de sous-bandes de fréquence, d'une part, qui ont été obtenus par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine et, d'autre part, qui ont été codés, il apparaît
 5 avantageux de pouvoir sélectionner certaines fréquences particulières du signal codé.

Une fréquence particulière correspond à un type prédéterminé d'échantillons.

Dans le cas particulier du traitement d'une image, il peut ainsi être
 10 intéressant de restituer uniquement les contours d'une sous-image.

On notera qu'en pratique la détermination du sous-ensemble d'échantillons correspondant à une partie du signal codé peut être réalisée, d'une part, en localisant le sous-ensemble d'échantillons d'origine parmi l'ensemble d'échantillons d'origine et, d'autre part, en projetant ce sous-
 15 ensemble localisé dans au moins une des sous-bandes de fréquence obtenues lors de la décomposition en sous-bandes de l'ensemble d'échantillons d'origine.

Plus particulièrement, la présente invention a pour objet un procédé de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine
 20 représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations concernant la taille w , h de l'ensemble d'échantillons d'origine et sa résolution res , caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- localisation d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine de taille z_{ulx} , z_{uly} , z_h , z_w et de résolution z_{res} données dans l'ensemble d'échantillons
 25 d'origine en fonction de l'ensemble d'informations de taille w , h et de résolution res de cet ensemble,

- détermination, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse LL_0 du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons
 30 d'origine, du nombre de coefficients par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé,

- décision quant à une modification de la taille de ce sous-

ensemble localisé en fonction du résultat de l'étape de détermination.

Corrélativement, l'invention vise un dispositif de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations concernant la taille w , h de l'ensemble d'échantillons d'origine et sa résolution res , caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de localisation d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine de taille z_{ulx} , z_{uly} , z_h , z_w et de résolution z_{res} données dans l'ensemble d'échantillons d'origine en fonction de l'ensemble d'informations de taille w , h et de résolution res de cet ensemble,
- des moyens de détermination, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse LL_0 du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine, du nombre de coefficients par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé,
- des moyens de décision quant à une modification de la taille de ce sous-ensemble localisé en fonction du résultat de la détermination.

La Demanderesse s'est aperçue de manière tout à fait inattendue que cette mauvaise qualité de la sous-image est liée au manque de coefficients de la sous-bande de fréquence basse du dernier niveau de décomposition (coefficients d'un type prédéterminé) dans la sous-image projetée sur la sous-bande de fréquence basse.

Or, grâce aux informations de taille et de résolution de l'ensemble d'échantillons d'origine qui sont présentes dans le signal numérique codé ainsi qu'aux informations de taille et de résolution du sous-ensemble d'échantillons d'origine, après décomposition en sous-bandes de fréquence, on peut positionner les coefficients de la sous-bande basse par rapport au sous-ensemble précité. Ceci est réalisé sans avoir besoin de connaître les valeurs de ces coefficients et donc sans avoir besoin de décoder le signal numérique codé.

En déterminant le nombre de coefficients de la sous-bande basse correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine, l'invention permet

d'estimer, avant décodage de ce sous-ensemble, la qualité avec laquelle il sera restitué après décodage, aux erreurs de décodage près.

Ainsi, en fonction du résultat de la détermination précitée, il est possible on non d'intervenir sur la qualité de restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine avant que le décodage n'ait lieu.

Lors de l'étape de décision, on peut par exemple décider de modifier la taille z_{ulx} , z_{uly} , z_h , z_w du sous-ensemble localisé dans l'ensemble d'échantillons d'origine.

Dans ce cas, la taille du sous-ensemble se trouve modifiée pour toutes les projections de ce sous-ensemble dans les différentes sous-bandes de fréquence considérées.

Par ailleurs, on peut également décider de modifier la taille du sous-ensemble localisé uniquement dans la sous-bande de fréquence basse LL_0 .

Selon une caractéristique, l'étape de décision prend en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine du signal numérique.

Il est ainsi possible de maîtriser la qualité de restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine.

Selon une autre caractéristique, l'étape de décision prend en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un compromis entre le niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine et la vitesse de traitement permettant de restituer ce sous-ensemble.

Pour restituer le sous-ensemble d'échantillons d'origine, il est donc également possible de tenir compte des capacités de traitement dont dispose l'utilisateur.

Selon une caractéristique, le procédé comporte une étape de modification de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé.

Cette étape est une conséquence de l'estimation qui a été faite de la qualité de restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine et du fait que cette qualité a été considérée insuffisante.

Plus particulièrement, la modification réside dans une augmentation

de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine.

Encore plus particulièrement, en représentant dans un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique, d'une part, la position des coefficients de la sous-bande de fréquence basse du dernier
 5 niveau de décomposition et, d'autre part, la position du sous-ensemble d'échantillons d'origine délimité par une frontière, l'augmentation de la taille du sous-ensemble consiste à déplacer sa frontière de manière à ajouter dans ce sous-ensemble au moins un coefficient de la sous-bande de fréquence basse par dimension du signal numérique, ledit au moins un coefficient ajouté se
 10 trouvant à proximité de la frontière avant le déplacement de celle-ci.

On va ainsi chercher des échantillons pertinents au-delà du sous-ensemble d'échantillons localisé et uniquement ceux dont on a besoin.

Selon une autre caractéristique, la modification de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé réside dans une réduction de la taille
 15 de ce sous-ensemble.

Une réduction est nécessaire lorsque l'on n'arrive pas à atteindre la qualité de restitution souhaitée.

Plus particulièrement, en représentant dans un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique, d'une part, la position des coefficients des sous-bandes de fréquence obtenues par
 20 décomposition de l'ensemble d'échantillons d'origine et, d'autre part, la position du sous-ensemble d'échantillons d'origine délimité par une frontière, la réduction de la taille du sous-ensemble consiste à déplacer sa frontière de manière à retirer une partie de ce sous-ensemble et tous les coefficients de sous-bande de fréquence se trouvant dans cette partie.
 25

Ainsi, on se sépare dans le sous-ensemble localisé uniquement des données considérées comme superflues.

Lorsque l'estimation de la qualité de restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine est satisfaisante, l'étape de décision conduit à une
 30 conservation de la taille de ce sous-ensemble.

Selon une autre caractéristique, le procédé comporte en outre une étape d'augmentation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine

localisé qui ne modifie pas le nombre de coefficients de la sous-bande de fréquence basse correspondant audit sous-ensemble.

Ainsi, en ajoutant au sous-ensemble localisé au moins un coefficient d'une sous-bande de fréquence autre que la sous-bande basse par dimension
5 du signal numérique, il est possible d'améliorer la qualité de restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine sur les bords de celui-ci.

Selon une caractéristique, le procédé de décodage d'un signal numérique codé ayant été traité par le procédé brièvement exposé ci-dessus, comporte les étapes suivantes :

- 10 - extraction des échantillons du signal numérique codé correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé dont la taille a été éventuellement modifiée,
- décodage entropique de ces échantillons,
- déquantification des échantillons précédemment décodés,
- 15 - transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence sur les échantillons précédemment déquantifiés,
- restitution du sous-ensemble d'échantillons sélectionné.

De cette façon, on extrait uniquement les échantillons du signal codé qui sont concernés par le sous-ensemble d'échantillons d'origine et, dans
20 le cas particulier où ces échantillons sont regroupés en blocs d'échantillons, on extrait les blocs d'échantillons correspondants.

Ceci est avantageux dans la mesure où l'on n'a pas besoin de décoder tout le signal numérique codé.

Selon un autre aspect, l'invention vise aussi :

- 25 - un moyen de stockage d'informations lisible par un ordinateur ou un microprocesseur conservant des instructions d'un programme d'ordinateur permettant la mise en œuvre du procédé de traitement et de décodage selon l'invention tel que celui exposé brièvement ci-dessus, et
- un moyen de stockage d'informations amovible, partiellement ou
- 30 totalement, lisible par un ordinateur ou un microprocesseur conservant des instructions d'un programme d'ordinateur permettant la mise en œuvre du procédé de traitement et de décodage selon l'invention tel que celui brièvement

exposé ci-dessus.

Selon encore un autre aspect, l'invention vise un programme d'ordinateur directement chargeable dans un dispositif programmable, comportant des instructions ou portions de code permettant la mise en œuvre
 5 des étapes du procédé de traitement et de décodage de l'invention tel que brièvement exposé ci-dessus, lorsque ledit programme d'ordinateur est exécuté sur un dispositif programmable.

Les caractéristiques et avantages relatifs au dispositif de traitement et au dispositif de décodage d'un signal numérique codé, aux moyens de
 10 stockage d'informations et au programme d'ordinateur étant les mêmes que ceux exposés ci-dessus concernant le procédé de traitement et le procédé de décodage selon l'invention, ils ne seront pas rappelés ici.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, donnée
 15 uniquement à titre illustratif et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente de manière schématique un dispositif de codage d'un signal numérique,
- la figure 2 représente de manière schématique un dispositif de
 20 décodage d'un signal numérique codé selon l'invention,
- la figure 3 représente un mode de réalisation du dispositif de décodage de la figure 2,
- la figure 4a représente une image avant codage,
- la figure 4b représente la décomposition en sous-bandes de
 25 fréquence de l'image de la figure 4a,
- la figure 5 est un algorithme de décodage incluant le traitement d'une image selon la présente invention,
- la figure 6 est un algorithme de calcul de la dimension d'une sous-image qui est mis en œuvre lors de l'exécution de l'algorithme de la figure 5,
- 30 - la figure 7 est un algorithme d'estimation de la qualité de restitution d'une sous-image et de décision quant à la modification de la taille de cette sous-image,

- la figure 8 est une représentation spatiale d'une image séparée en zones (tuiles), de la position des coefficients de la sous-bande basse de dernier niveau sur cette image ainsi que d'une sous-image sélectionnée,

5 - la figure 9 est une grille de représentation spatiale des différents coefficients de sous-bande de fréquence.

Selon un mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 1**, un dispositif de codage de données est un dispositif 2 qui comporte une entrée 24 à laquelle est reliée une source 1 de données non codées.

10 La source 1 comporte par exemple un moyen de mémoire, telle que mémoire vive, disque dur, disquette, disque compact, pour mémoriser des données non codées, ce moyen de mémoire étant associé à un moyen de lecture approprié pour y lire les données. Un moyen pour enregistrer les données dans le moyen de mémoire peut également être prévu.

15 On considérera plus particulièrement dans la suite que les données à coder sont une suite d'échantillons numériques d'origine représentatifs de grandeurs physiques et représentant, par exemple, une image IM.

20 La présente invention pourrait être appliquée sur un signal sonore dans lequel on souhaite décoder un extrait d'un signal audio compressé. Si le signal audio original est encodé suivant un principe équivalent de celui utilisé pour une image, il serait alors nécessaire de décoder une fenêtre temporelle plus grande pour bénéficier des coefficients inclus dans la sous-bande basse de dernier niveau de décomposition. Ceci serait nécessaire afin de restituer cet extrait sans avoir au début et à la fin de l'extrait de fortes distorsions sonores.

25 La source 1 fournit un signal numérique d'image IM à l'entrée du circuit de codage 2. Le signal d'image IM est une suite de mots numériques, par exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image IM, ici à 256 niveaux de gris, ou image noir et blanc. L'image peut être une image multispectrale, par exemple une image en couleur ayant des composantes dans trois bandes de fréquence, de type rouge-vert-bleu ou luminance et chrominance. Soit l'image couleur est traitée dans son intégralité, soit chaque
30 composante est traitée de manière analogue à l'image monospectrale.

Des moyens 3 utilisateurs de données codées sont reliés en sortie

25 du dispositif de codage 2.

Les moyens utilisateurs 3 comportent par exemple des moyens de mémorisation de données codées, et/ou des moyens de transmission des données codées.

5 Le dispositif de codage 2 comporte classiquement, à partir de l'entrée 24, un circuit de transformation 21 qui met en œuvre des décompositions en des signaux de sous-bandes de fréquence du signal de données, de manière à effectuer une analyse du signal.

10 Le circuit de transformation 21 est relié à un circuit de quantification 22. Le circuit de quantification met en œuvre une quantification connue en soi, par exemple une quantification scalaire, ou une quantification vectorielle, des coefficients, ou de groupes de coefficients, des signaux de sous-bandes de fréquence fournis par le circuit 21.

15 Le circuit 22 est relié à un circuit 23 de codage entropique, qui effectue un codage entropique, par exemple un codage de Huffman, ou un codage arithmétique, des données quantifiées par le circuit 22.

La **figure 2** représente un dispositif 5 de décodage de données selon l'invention, les données ayant été codées par le dispositif 2.

20 Des moyens 4 utilisateurs de données codées sont reliés en entrée 54 du dispositif de décodage 5. Les moyens 4 comportent par exemple des moyens de mémoire de données codées, et/ou des moyens de réception des données codées qui sont adaptés à recevoir les données codées transmises par les moyens de transmission 3.

25 Des moyens 6 utilisateurs de données décodées sont reliés en sortie 55 du dispositif de décodage 5. Les moyens utilisateurs 6 sont par exemple des moyens de visualisation d'images, ou des moyens de restitution de sons, en fonction de la nature des données traitées.

30 Le dispositif de décodage 5 effectue globalement des opérations inverses de celles du dispositif de codage 2 excepté pour les premières opérations.

Le dispositif 5 comporte un circuit 56 de lecture de l'ensemble des informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés

lors du codage. Cet ensemble d'informations constitue l'en-tête du signal codé qui est appliqué à l'entrée 54 dudit dispositif.

5 Ce circuit 56 permet de lire les données concernant la taille de l'ensemble d'échantillons d'origine (image) constituant le signal d'image et sa résolution, c'est-à-dire le nombre de niveaux de décomposition en sous-bandes de fréquence de cet ensemble.

10 Dans le cas où le signal d'image est partitionné en zones, également appelées tuiles, ce circuit procède à la lecture des données concernant ces tuiles, à savoir leur nombre, leur largeur, leur hauteur et leur position dans l'image.

Le dispositif 5 comporte également un circuit 57 de sélection d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine (sous-image) faisant partie de l'ensemble d'échantillons d'origine constituant le signal d'image.

15 La sélection de cette sous-image d'origine est caractérisée par des données concernant la taille et la résolution souhaitées.

Cette sélection peut se faire à l'aide d'une interface graphique qui contrôlera également, lors du choix de l'utilisateur, la validité de la sous-image sélectionnée.

20 En effet, la sous-image sélectionnée doit être de taille inférieure ou égale à celle de l'image dans la résolution considérée.

Les circuits 56 et 57 sont reliés à un circuit 58 dit de localisation qui reçoit ainsi les données concernant l'image et la sous-image sélectionnée en vue d'effectuer un calcul de la taille de la sous-image sélectionnée et de sa position.

25 Ceci permet ainsi de localiser la sous-image sélectionnée parmi la sous-image.

30 Le dispositif de décodage 5 comporte également un circuit 59 qui a pour fonction d'estimer la qualité de restitution de la sous-image sélectionnée et de prendre une décision quant à une éventuelle modification de la taille de cette sous-image dans le domaine codé.

Le fonctionnement de ce circuit sera détaillé ultérieurement en référence aux figures 5 à 9.

Le dispositif 5 comporte également un circuit de décodage entropique 60, qui effectue un décodage entropique correspondant au codage du circuit 23 de la figure 1. Le circuit 60 est relié à un circuit de déquantification 61, correspondant au circuit de quantification 22. Le circuit 61 est relié à un circuit de transformation inverse 62, correspondant au circuit de transformation 21. Les transformations envisagées ici réalisent une synthèse du signal numérique, à partir de signaux de sous-bandes de fréquence.

On remarquera que les flèches entre les blocs symbolisent les données de l'image codée qui transitent entre ces blocs. Les flèches représentées sous les blocs symbolisent quant à elles les informations annexes comme la taille des données à décoder.

Ainsi, des informations telles que la taille et la résolution des données à décoder sont fournies par le circuit 59 aux circuits 60, 61 et 62.

Le dispositif de codage et/ou le dispositif de décodage peuvent être intégrés dans un appareil numérique, tel qu'un ordinateur, une imprimante, un télécopieur, un scanner ou un appareil photographique numérique, par exemple.

Le dispositif de codage et le dispositif de décodage peuvent être intégrés dans un même appareil numérique, par exemple un appareil photographique numérique.

En référence à la **figure 3**, est décrit un exemple de dispositif programmable 100 mettant en œuvre l'invention. Ce dispositif est adapté à transformer un signal numérique, et à le synthétiser.

Selon le mode de réalisation choisi et représenté à la figure 3, un dispositif mettant en œuvre l'invention est par exemple un micro-ordinateur 100 connecté à différents périphériques, par exemple une caméra numérique 101 (ou un scanner, ou tout moyen d'acquisition ou de stockage d'image) reliée à une carte graphique et fournissant des données à coder ou à compresser.

Le dispositif 100 comporte un bus de communication 102 auquel sont reliés :

- une unité centrale 103 (microprocesseur),
- une mémoire morte 104, comportant un programme "Progr",

- une mémoire vive 106, comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution du programme précité,

5 - un écran 108 permettant de visualiser les données à décoder ou de servir d'interface avec l'utilisateur qui pourra paramétrer certains modes de décodage, à l'aide d'un clavier 110 ou de tout autre moyen, tel que par exemple une souris,

- un disque dur 112,

- un lecteur de disquette 114 adapté à recevoir une disquette 116,

10 - une interface de communication 118 avec un réseau de communication 120 apte à transmettre des données numériques à coder ou des données codées par le dispositif,

- une carte d'entrée/sortie 122 reliée à un microphone 124 (les données à traiter selon l'invention constituent alors un signal audio).

15 Le bus de communication permet la communication entre les différents éléments inclus dans le micro-ordinateur 100 ou reliés à lui. La représentation du bus n'est pas limitative et, notamment, l'unité centrale est susceptible de communiquer des instructions à tout élément du micro-ordinateur 100 directement ou par l'intermédiaire d'un autre élément du micro-ordinateur 100.

20 Le programme noté "Progr" permettant au dispositif programmable de mettre en œuvre l'invention, peut être stocké par exemple en mémoire morte 104 (appelée ROM sur le dessin) comme représenté sur la figure 3. Selon une variante, la disquette 116, tout comme le disque dur 112 peuvent contenir des données codées ainsi que le code de l'invention qui, une fois lu par le dispositif 100, sera stocké dans le disque dur 112. En seconde variante, le programme pourra être reçu pour être stocké de façon identique à celle décrite précédemment par l'intermédiaire du réseau de communication 120.

30 Les disquettes peuvent être remplacées par tout support d'information tel que, par exemple, un CD-ROM ou une carte mémoire. De manière générale, un moyen de stockage d'information, lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur, intégré ou non au dispositif, éventuellement

amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé de traitement selon l'invention et, plus particulièrement, de décodage.

De manière plus générale, le programme pourra être chargé dans un des moyens de stockage du dispositif 100 avant d'être exécuté.

5 L'unité centrale 103 va exécuter les instructions relatives à la mise en œuvre de l'invention, instructions stockées dans la mémoire morte 104 ou dans les autres éléments de stockage. Lors de la mise sous tension, les programmes de traitement et, plus particulièrement de décodage, qui sont stockés dans une mémoire non volatile, par exemple la mémoire ROM 104,
10 sont transférés dans la mémoire vive RAM 106 qui contiendra alors le code exécutable de l'invention, ainsi que des registres pour mémoriser les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

La **figure 4a** représente de manière schématique une image numérique IM en sortie de la source d'image 1 de la figure 1.

15 Cette figure est décomposée par le circuit de transformation 21 de la figure 1 qui est un circuit de décomposition dyadique à trois niveaux de décomposition.

Le circuit 21 est, dans ce mode de réalisation, un ensemble classique de filtres, respectivement associés à des décimateurs par deux, qui
20 filtrent le signal d'image selon deux directions, en des signaux de sous-bandes de hautes et basses fréquences spatiales. La relation entre un filtre passe-haut et un filtre passe-bas est souvent déterminée par les conditions de reconstruction parfaite du signal. Il est à noter que les filtres de décomposition verticale et horizontale ne sont pas forcément identiques, bien qu'en pratique ce
25 soit généralement le cas. Le circuit 21 comporte ici trois blocs successifs d'analyse pour décomposer l'image IM en des signaux de sous-bandes selon trois niveaux de décomposition.

De manière générale, la résolution d'un signal est le nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal. Dans le
30 cas d'un signal d'image, la résolution d'un signal de sous-bande est liée au nombre d'échantillons par unité de longueur utilisés pour représenter ce signal de sous-bande horizontalement et verticalement. La résolution dépend du

nombre de décompositions effectuées, du facteur de décimation et de la résolution de l'image initiale.

Le premier bloc d'analyse reçoit le signal numérique d'image SI et, de manière connue, délivre en sortie quatre signaux de sous-bandes LL_3 , LH_3 , HL_3 et HH_3 de résolution RES_3 la plus élevée dans la décomposition.

Le signal de sous-bande LL_3 comporte les composantes, ou échantillons, de basse fréquence, selon les deux directions, du signal d'image. Le signal de sous-bande LH_3 comporte les composantes de basse fréquence selon une première direction et de haute fréquence selon une seconde direction, du signal d'image. Le signal de sous-bande HL_3 comporte les composantes de haute fréquence selon la première direction et les composantes de basse fréquence selon la seconde direction. Enfin, le signal de sous-bande HH_3 comporte les composantes de haute fréquence selon les deux directions.

Chaque signal de sous-bande est un ensemble d'échantillons réels (il pourrait également s'agir d'entiers) construit à partir de l'image d'origine, qui contient de l'information correspondant à une orientation respectivement verticale, horizontale et diagonale du contenu de l'image, dans une bande de fréquence donnée. Chaque signal de sous-bande peut être assimilé à une image.

Le signal de sous-bande LL_3 est analysé par un bloc d'analyse analogue au précédent pour fournir quatre signaux de sous-bandes LL_2 , LH_2 , HL_2 et HH_2 de niveau de résolution RES_2 .

Chacun des signaux de sous-bandes de résolution RES_2 correspond également à une orientation dans l'image.

Le signal de sous-bande LL_2 est analysé par un bloc d'analyse analogue au précédent pour fournir quatre signaux de sous-bandes LL_0 (par convention), LH_1 , HL_1 , et HH_1 de niveau de résolution RES_1 . On notera que la sous-bande LL_0 forme à elle seule la résolution RES_0 .

Chacun des signaux de sous-bandes de résolution RES_1 correspond également à une orientation dans l'image.

La **figure 4b** représente l'image IMD résultant de la décomposition

de l'image IM, par le circuit 21, en dix sous-bandes et selon 4 niveaux de résolution : $RES_0(LL_0)$, $RES_1(LL_2)$, $RES_2(LL_3)$, RES_3 (image originale). L'image IMD comporte autant d'information que l'image d'origine IM, mais l'information est fréquemment découpée selon trois niveaux de décomposition

- 5 Bien entendu, le nombre de niveaux de décomposition, et par conséquent de sous-bandes, peut être choisi différemment, par exemple 16 sous-bandes sur six niveaux de résolution, pour un signal bi-dimensionnel tel qu'une image. Le nombre de sous-bandes par niveau de résolution peut également être différent. En outre, la décomposition peut ne pas être dyadique.
- 10 Les circuits d'analyse et de synthèse sont adaptés à la dimension du signal traité.

Sur la figure 4b les échantillons issus de la transformation sont rangés sous-bande par sous-bande.

- On remarquera que l'image IM de la figure 4a est séparée en zones, 15 appelées tuiles dont certaines seulement ont été représentées pour ne pas surcharger la figure. Lors de la décomposition de l'image par le circuit 21, on peut procéder à une décomposition de cette image tuile par tuile.

- En rassemblant sur une même figure les différentes images résultant de la décomposition tuile par tuile de l'image IM on aboutit à l'image IMD de la 20 figure 4b sur laquelle apparaissent les tuiles.

Par ailleurs, chaque tuile de l'image IMD est partitionnée en blocs dont quelques-uns sont représentés sur la figure 4b.

- Les circuits 22 et 23 de la figure 1 s'appliquent de manière indépendante à chaque bloc de chaque tuile considérée. Le signal d'image 25 codé par le circuit 2 véhicule ainsi des blocs d'échantillons obtenus par codage des échantillons d'origine et qui constituent le flux de données (connu en terminologie anglosaxonne sous le terme "bitstream").

Ces blocs d'échantillons sont connus en terminologie anglosaxonne sous le terme "codeblocks" et prennent la position indiquée sur la figure 4b.

- 30 Le signal d'image codé comporte également un en-tête comme indiqué plus haut en référence à la figure 2.

Cet en-tête comporte notamment les informations concernant la taille de l'image, à savoir sa largeur w et sa hauteur h , sa position dans un repère de référence représentée par les coordonnées $ulcx$ (abscisse) et $ulcy$ (ordonnée), ainsi que le nombre de résolutions res .

5 Par ailleurs, comme l'image codée comporte des tuiles, l'en-tête comporte également des informations concernant ces tuiles, à savoir leur nombre nbT , leur largeur wT , leur hauteur hT et leur position représentée par les coordonnées $ultx$ et $ulty$.

10 Les informations figurant dans l'en-tête du signal codé permettent, dès réception et lecture de ce dernier, d'avoir des informations sur le codage du signal.

La **figure 5** est un algorithme comportant différentes instructions ou portions de code correspondant à des étapes du procédé de traitement du signal numérique d'image codée selon l'invention.

15 Plus particulièrement, cet algorithme constitue un algorithme de décodage du signal codé selon l'invention.

Le programme informatique noté "Progr" qui est basé sur cet algorithme est stocké dans la mémoire morte 104 de la figure 3, à l'initialisation du système, et transféré dans la mémoire vive 106. Il est ensuite exécuté par
20 l'unité centrale 103, ce qui permet ainsi de mettre en œuvre le procédé selon l'invention dans le dispositif de la figure 3.

Comme représenté sur la figure 5, une première étape de l'algorithme, notée S1, consiste à lire les données précitées représentées par les notations suivantes : w , h , $ulcx$, $ulcy$, res , wT , hT , $ultx$, $ulty$ et nbT .

25 Ces données sont stockées dans des registres de la mémoire vive 106 de la figure 3.

Lors de l'étape suivante S2, l'utilisateur sélectionne une sous-image parmi l'image considérée IM représentée à la figure 4a.

30 Pour ce faire, l'utilisateur précise la taille de cette sous-image représentée par les notations zw (largeur de la sous-image) et zh (hauteur de la sous-image), ainsi que les coordonnées $zulx$ (abscisse du coin en haut de la sous-image) et $zuly$ (ordonnée du coin en haut à gauche de cette sous-image)

permettant de localiser cette sous-image dans l'image IM considérée (figure 4a).

L'utilisateur spécifie également la résolution, notée z_{res} , de la sous-image choisie.

5 L'utilisateur peut, par exemple, demander une sous-image de résolution inférieure à celle de l'image considérée.

Ainsi, par exemple, on peut s'intéresser uniquement aux sous-bandes LL_0 , LH_1 , HL_1 , HH_1 , LL_2 , LH_2 , HL_2 et HH_2 .

10 Comme mentionné plus haut, cette étape peut être réalisée à l'aide d'une interface graphique (figure 2).

Les données zw , zh , $zulx$, $zuly$ et z_{res} sont également stockées dans des registres de la mémoire vive 106 de la figure 3.

Cette étape de sélection est suivie d'une étape S3 au cours de laquelle on se positionne sur la première tuile T_1 de l'image considérée.

15 L'étape S3 conduit à l'étape S4 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la tuile est concernée par la sous-image sélectionnée.

Lors de la description des figures 5 et suivantes, on fera également référence à la **figure 8** qui représente la position spatiale des différents coefficients de la sous-bande de fréquence basse de dernier niveau de
20 résolution, notée LL_0 .

L'espace considéré sur la figure 8 est un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique d'image, à savoir un espace de dimension 2.

25 Dans cet espace, on a également représenté la disposition des différentes tuiles notées T_1 à T_{15} et constituant l'image .

Chaque point noir représente un coefficient de la sous-bande basse LL_0 .

30 Les différents chiffres représentés en abscisse et en ordonnée indiquent les coordonnées des tuiles considérées ainsi que les coordonnées des différentes régions particulières considérées dans cette représentation.

Ainsi, on a représenté une première région correspondant à la sous-image sélectionnée et localisée et qui est indiquée par la référence notée SIS.

Cette région est délimitée du reste de l'image par une ligne représentant une frontière notée F.

5 Cette représentation est particulièrement avantageuse dans la mesure où, comme on le verra par la suite, elle permet d'estimer rapidement et de façon graphique, la qualité de restitution de la sous-image sélectionnée et de procéder rapidement à une décision quant à une éventuelle modification de la taille de cette sous-image en fonction de l'estimation de qualité précitée.

10 Il serait également équivalent à la représentation de la figure 8 de projeter la sous-image sélectionnée et localisée SIS dans la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 (figure 4b) et de déterminer dans cette sous-image le nombre de coefficients de cette sous-bande basse sur cette figure 4b.

Dans le cas de la tuile T1, la sous-image sélectionnée SIS n'est pas concernée et l'étape S4 est suivie d'une étape S5 au cours de laquelle un autre test est pratiqué afin de savoir s'il s'agit de la dernière tuile de l'image.

15 Dans notre cas, l'étape S5 est suivie d'une étape S6 au cours de laquelle on incrémente le compteur de tuiles et l'on s'intéresse maintenant à la tuile T2.

Le test pratiqué à l'étape S4 permet cette fois-ci de conduire à l'étape S7.

20 On procède, au cours de l'étape S7, au calcul de la taille ou dimension de la sous-image projetée dans les différentes sous-bandes de fréquence pour la tuile considérée.

25 Bien que la figure 4b représente la projection de la sous-image sélectionnée dans les différentes sous-bandes obtenues par la décomposition de l'image et non de la tuile considérée, le principe reste applicable si l'on considère une tuile comme étant une portion d'image.

30 Cette étape S7 se décompose suivant les différentes étapes de l'algorithme représenté à la **figure 6**. Cet algorithme comporte une étape E1 d'initialisation des valeurs des paramètres $zulx$, $zuly$, zw , zh et $zres$ correspondant à la sous-image sélectionnée.

Par ailleurs, il convient de noter que l'on peut également rajouter les coordonnées $zulcx$ (abscisse) et $zulcy$ (ordonnée) correspondant aux

coordonnées de l'image par rapport à un repère d'origine, dans le cas où ces coordonnées ne sont pas confondues avec l'origine du repère.

Par souci de simplification, on se placera dans le cas où les coordonnées $zulcx$ et $zulcy$ sont confondues avec l'origine du repère.

5 L'étape E1 est suivie d'une étape E2 au cours de laquelle un paramètre i est fixé comme étant égal à la résolution $zres$ souhaitée par l'utilisateur pour la sous-image sélectionnée.

Dans le cas qui nous intéresse, i est égal à 3.

10 L'étape E2 est suivie d'une étape E3 au cours de laquelle, lors de la première itération, on calcule la taille de la sous-image dans la sous-bande $LL(3)$. Ce calcul se simplifie étant donné que les termes $zulcxLL(3)$ et $zulcyLL(3)$ sont égaux à zéro.

Lors de cette étape, on calculera ainsi $zulxLL(3)$, $zulyLL(3)$, $zwLL(3)$ et $zhLL(3)$ de la façon suivante :

15 - $zulxLL(3) = zulx$ et $zulyLL(3) = zuly$
 - $zwLL(3) = E((zulcx + zw + 1) / 2) - zulcxLL(3)$, où $E(a)$ désigne la fonction mathématique partie entière de a
 - $zhLL(3) = E((zulcy + zh + 1) / 2) - zulcyLL(3)$

20 Lorsque les coordonnées $zulcx$ et $zulcy$ ne sont pas égales à 0 on utilise également les formules suivantes :

$$zulcxLL(3) = E((zulcx + 1) / 2)$$

$$zulcyLL(3) = E((zulcy + 1) / 2)$$

25 Les calculs effectués lors de cette étape ne sont que des calculs intermédiaires dont les résultats sont stockés dans des registres de la mémoire 106.

Au cours de l'étape suivante notée E4, un test est pratiqué sur le paramètre i afin de savoir s'il est égal à zéro.

Dans l'affirmative, l'étape E4 est suivie d'une étape E5 mettant fin à l'algorithme.

30 Dans la négative, l'étape E4 est suivie d'une étape E6 au cours de laquelle on calcule la taille de la sous-image sélectionnée dans les différentes

sous-bandes de fréquence HL₃, LH₃ et HH₃ en prenant $i = 3$ dans les formules suivantes:

$$\begin{aligned} \text{zulcxHL}(i) &= E(\text{zulcx}/2) \\ \text{zulcyHL}(i) &= \text{zulcyLL}(i) \\ \text{zulxHL}(i) &= \text{ulx} + \text{zwLL}(i) \\ \text{zulyHL}(i) &= \text{zuly} \\ \text{zwHL}(i) &= E((\text{zulx} + \text{zw})/2) - \text{zulcxHL}(i) \\ \text{zhHL}(i) &= \text{zhLL}(i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{zulcxLH}(i) &= \text{zulcxLL}(i) \\ \text{zulcyLH}(i) &= E(\text{zulcy}/2) \\ \text{zulxLH}(i) &= \text{zulx} \\ \text{zulyLH}(i) &= \text{zuly} + \text{zhLL}(i) \\ \text{zwLH}(i) &= \text{zwLL}(i) \\ \text{zhLH}(i) &= E((\text{zulcy} + \text{zh})/2) - \text{zulcyLH}(i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{zulcxHH}(i) &= \text{zulcxHL}(i) \\ \text{zulcyHH}(i) &= \text{zulcyHL}(i) \\ \text{zulxHH}(i) &= \text{zulxHL}(i) \\ \text{zulyHH}(i) &= \text{zulyLH}(i) \\ \text{zwHH}(i) &= \text{zwHL}(i) \\ \text{zhHH}(i) &= \text{zhLH}(i). \end{aligned}$$

On calcule ainsi $\text{zulxHL}(3)$, $\text{zulyHL}(3)$, $\text{zwHL}(3)$ et $\text{zhHL}(3)$, puis $\text{zulxLH}(3)$, $\text{zulyLH}(3)$, $\text{zwLH}(3)$ et $\text{zhLH}(3)$.

Ensuite, on calcule la taille de la sous-image dans la sous-bande HH₃, ce qui fournit les éléments $\text{zulxHH}(3)$, $\text{zulyHH}(3)$, $\text{zwHH}(3)$ et $\text{zhHH}(3)$.

Les différents éléments qui viennent d'être calculés au cours de l'étape E6 sont reportés sur les sous-bandes correspondantes HL₃, LH₃ et HH₃. Ces éléments sont par ailleurs stockés dans des registres de la mémoire vive

106 de la figure 3.

L'étape suivante notée E7 consiste à remettre à jour les différents éléments calculés pour la sous-bande basse LL_3 en vue de sa nouvelle décomposition.

La remise à jour s'effectue à l'aide des égalités suivantes :

5 $zulcx = zulcxLL(i)$
 $zulcy = zulcyLL(i)$
 $zulx = zulxLL(i)$
 $zuly = zulyLL(i)$
 $zw = zwLL(i)$
 10 $zh = zhLL(i)$.

A la fin de cette étape on décrémente ensuite le paramètre i à la valeur 2.

Au cycle suivant, l'étape E3 conduit au calcul de la taille de la sous-image projetée dans la sous-bande LL_2 et, au cours de l'étape E6, au calcul de
 15 cette même sous-image projetée dans les sous-bandes HL_2 , LH_2 , HH_2 .

Ces calculs sont effectués en utilisant les formules qui ont été présentées ci-dessus lors du calcul de la taille de la sous-image dans les signaux de sous-bandes LL_3 , LH_3 , LH_3 et HH_3 .

De façon analogue, l'étape E7 permet de remettre à jour les
 20 coefficients obtenus lors des calculs précédents de la taille de la sous-image projetée dans les signaux de sous-bandes LL_2 , HL_2 , LH_2 et HH_2 .

Les résultats de cette étape sont stockés dans des registres de la mémoire 106.

Le paramètre i est ensuite décrémenté à la valeur 1 et l'étape E3 de
 25 nouveau exécutée permet de calculer la taille de la sous-image projetée dans la sous-bande LL_1 . Au cours de l'étape E6, on calcule la taille de cette même sous-image projetée dans les sous-bandes HL_1 , LH_1 , HH_1 en utilisant les mêmes formules que précédemment.

Les calculs de l'étape E6 conduisent d'eux-mêmes à la localisation
 30 de la sous-image sélectionnée dans les différents signaux de sous-bande de fréquence du dernier niveau de résolution, à savoir HL_1 , LH_1 et HH_1 .

L'étape E7 de remise à jour des coefficients et de décrémentation de i à 0 est suivie de l'étape E3 qui permet de calculer la taille de la sous-image projetée dans la sous-bande basse du dernier niveau de résolution LL_0 .

5 Le résultat issu de cette étape permet de localiser la sous-image sélectionnée dans la sous-bande basse LL_0 de l'image considérée en repérant sa position dans cette dernière (figure 4b).

L'étape E3 est ensuite suivie de l'étape E4 et de l'étape E5 mettant fin à l'algorithme.

10 On notera que les calculs précédents viennent d'être effectués pour une projection de la sous-image dans la tuile T2 de l'image considérée. Le principe de calcul reste le même lorsque l'image n'est pas divisée en tuiles puisqu'alors l'image peut être considérée comme une seule tuile (figure 4b).

Le traitement selon l'invention pratiqué au cours des étapes S7, E1 à E7 sur l'en-tête du signal d'image codé, se poursuit par l'étape S8 de la figure 5.

15 Au cours de l'étape S8, on procède, d'une part, à une estimation de la qualité avec laquelle la tuile T2 de la sous-image sélectionnée peut être restituée, aux erreurs de décodage près, et, d'autre part, à une possible intervention sur cette qualité de restitution avant le décodage de cette sous-image.

20 Cette étape S8 se décompose suivant les différentes étapes de l'algorithme de la **figure 7** qui font partie de l'algorithme de la figure 5, tout comme les étapes E1 à E7 de l'algorithme de la figure 6.

Au cours de l'exécution de l'algorithme représenté à la figure 7 on procédera soit à une augmentation de la taille de la sous-image sélectionnée et localisée, soit à une réduction de sa taille ou, bien encore à une conservation de la taille de cette sous-image en fonction des résultats d'une étape de recherche pratiquée à l'étape E10 et de la prise en compte de critères sélectionnés lors de l'étape E9.

30 L'algorithme de la figure 7 débute par une étape E8 au cours de laquelle on sélectionne le mode choisi pour intervenir sur la qualité de la sous-image, à savoir le mode extension (augmentation de la taille) ou le mode suppression (réduction de la taille).

Le choix de ce mode peut se faire en tenant compte du temps de calcul dont l'utilisateur dispose et/ou de la capacité de traitement disponible.

Par exemple, pour la tuile T2 l'utilisateur choisira le mode extension s'il dispose d'une capacité de traitement suffisante.

5 L'étape suivante E9 permet de mettre en place un critère prédéterminé représentatif d'un niveau de qualité souhaité pour la restitution de la sous-image.

Par exemple, deux niveaux de qualité sont retenus, un niveau moyen noté m et un niveau bon, représentatif d'une bonne qualité et qui est noté b.

10 On notera que plus de deux niveaux peuvent être pris en considération comme, par exemple, une qualité faible, une qualité acceptable et enfin une qualité correspondant à celle de l'image qui est décodée entièrement.

Toutefois, dans cet exemple on se limitera aux deux niveaux de qualité précités et, par exemple, pour la tuile T2 on sélectionnera une bonne
15 qualité b.

En mettant en œuvre les étapes E8 et E9 on prend en quelque sorte en compte un critère prédéterminé représentatif d'un compromis entre la qualité souhaitée et le temps de calcul ou la vitesse de traitement des données.

On remarquera que cette façon de faire n'est pas obligatoire.

20 En effet, l'utilisateur peut, au contraire, privilégier le critère de qualité indépendamment du temps de calcul et donc de la vitesse de traitement de données.

Au cours de l'étape suivante notée E10, on procède d'abord à une détermination, qui peut être faite en s'aidant de la représentation de la figure 8,
25 du nombre de coefficients de la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 par dimension de l'image et qui correspondent à la sous-image sélectionnée et localisée SIS.

Pour ce faire, sur le plan pratique, on recherche le nombre de coefficients de la sous-bande basse à l'intérieur de la région délimitée par la
30 frontière F.

On pratique ensuite un test qui consiste à savoir si le nombre de coefficients identifiés est supérieur ou égal à 2.

Dans le cas qui nous intéresse, étant donné que l'on considère l'image tuile par tuile, lorsque l'on détermine le nombre de coefficients de la tuile T2 correspondant à la sous-image SIS, on s'aperçoit qu'il y en a aucun.

L'étape E10 est donc suivie d'une étape E11 au cours de laquelle un
 5 test est pratiqué afin de déterminer le mode choisi pour le traitement du signal, à savoir l'extension ou la suppression.

Dans le cas qui nous intéresse, le mode choisi est l'extension et l'étape E11 est suivie d'une étape E12 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de déterminer si la qualité sélectionnée correspond à la qualité moyenne
 10 (Q = m).

Dans l'affirmative, l'étape E12 est suivie d'une étape E13 au cours de laquelle on décide d'étendre la sous-image sélectionnée et localisée SIS de la figure 8 afin de disposer d'au moins un coefficient de la sous-bande basse LL_0 , par dimension, dans la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la
 15 tuile T2.

Toutefois, dans le cas qui nous intéresse, la qualité choisie est la qualité b et le test pratiqué à l'étape E12 conduit donc à l'étape E14 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la qualité choisie est la qualité b.

Ensuite, on passe à l'étape suivante E15.

20 Compte tenu du résultat de la détermination de coefficients pratiquée à l'étape E10, du mode extension choisi à l'étape E9, on décide, au cours de l'étape E15, d'augmenter la taille de la sous-image afin d'ajouter dans celle-ci au moins deux coefficients de la sous-bande basse LL_0 par dimension, dans la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la tuile T2.

25 On ajoute ainsi deux coefficients suivant la direction horizontale et suivant la direction verticale dans la tuile T2, ce qui revient à déplacer la frontière F délimitant la sous-image SIS comme indiqué sur la figure 8.

Les coefficients qui ont été ajoutés sont indiqués par les références 201, 202, 203 et 204 sur cette figure.

30 Selon l'invention, on propose ainsi de choisir de manière appropriée des coefficients supplémentaires de la sous-bande basse de dernier niveau à

ajouter à la sous-image afin d'améliorer la qualité de restitution de cette dernière.

Ces coefficients à ajouter sont localisés de part et d'autre de la sous-image projetée dans la sous-bande basse.

5 En effet, dans l'exemple précité, la partie de la sous-image sélectionnée et localisée SIS qui est en recouvrement avec la tuile T2 ne contenant aucun coefficient de la sous-bande basse LL_0 , la restitution de cette partie de la sous-image aurait conduit à une mauvaise qualité.

10 Dès lors que la décision de modification de la taille de la sous-image a été prise et que la modification a eu lieu, l'étape E15 est suivie d'une étape E16 mettant fin à l'algorithme de la figure 7.

De retour à la figure 5, l'étape S8 est suivie d'une étape S9 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de déterminer si une suppression a été réalisée.

15 Dans le cas qui nous intéresse, l'étape S9 conduit à une étape S10 au cours de laquelle on procède à une extraction des échantillons et, plus particulièrement, des blocs d'échantillons du signal numérique d'image codé qui correspondent à l'extension de la sous-image SIS dans la tuile T2 considérée.

20 L'étape S10 est ensuite suivie d'une étape S11 au cours de laquelle on procède à un décodage entropique ou décompression des blocs précédemment extraits puis, au cours d'une étape S12, à une déquantification de ces blocs décodés.

25 L'étape suivante S13 applique à ces blocs ainsi déquantifiés une transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence qui a été pratiquée au codage.

On notera, par exemple, qu'il s'agit ici d'une transformation en ondelettes inverse.

30 A l'issue de l'étape S13 on restitue ainsi une partie étendue de la sous-image de l'image codée et, au cours de l'étape S14, une transformation couleur inverse peut éventuellement être mise en place sur la partie de l'image restituée si l'image couleur a subi, lors de son codage, une transformation couleur.

Cette étape est suivie d'une étape S15 de stockage qui consiste simplement à extraire de la partie étendue de la sous-image qui est en recouvrement sur la figure 8 avec la tuile T2, la partie non étendue de cette sous-image et qui était demandée par l'utilisateur.

5 Cette partie demandée par l'utilisateur va ainsi pouvoir bénéficier d'une qualité accrue en raison de l'extension qui a été pratiquée comme indiqué ci-dessus.

On notera que les étapes S10 à S15 sont chacune connues en soi de l'homme du métier. Il convient de noter que les opérations S13, S14 et S15
10 pourraient être combinées en une seule étape.

On remarquera à la lecture de la figure 8 que l'on procède de manière identique pour les tuiles T3, T4, T7 et T12.

On va maintenant s'intéresser au traitement des tuiles T9 et T14 selon l'invention.

15 On se place directement à l'étape S8, et plus particulièrement, au niveau de l'algorithme de la figure 7 pour considérer le traitement de la tuile T9 ou T14.

On choisit par exemple toujours le mode d'extension lors de l'étape E8 et, lors de l'étape E9, on sélectionne la qualité b.

20 L'étape de recherche pratiquée à l'étape E10 révèle la présence d'un coefficient de la sous-bande basse LL_0 par dimension dans la partie de la sous-image sélectionnée et localisée SIS qui est en recouvrement avec la tuile T9.

De ce fait, le résultat du test est négatif et les étapes E11, E12 et E13 sont exécutées.

25 Au cours de cette dernière étape, compte tenu du mode d'extension choisi et du critère de bonne qualité sélectionné, on procède à l'augmentation de la taille de la partie considérée de la sous-image en ajoutant un coefficient par dimension horizontale et quatre coefficients par dimension verticale afin de couvrir toute la tuile T9.

30 Ces coefficients se trouvaient avant déplacement de la frontière F à proximité immédiate de celle-ci et se retrouvent maintenant à l'intérieur de la frontière F'.

Les coefficients ajoutés sont indiqués par les références 205, 206, 207 et 208.

De façon identique à ce qui a été décrit plus haut concernant le traitement de la tuile T2, les étapes S10 à S15 de l'algorithme de la figure 5 sont appliquées à la tuile T9 ou T14.

On va maintenant décrire le traitement de la tuile T8 ou T13 suivant l'algorithme de la figure 7.

En choisissant un mode d'extension et une bonne qualité respectivement lors de l'exécution des étapes E8 et E9, on aboutit à l'étape E10 au cours de laquelle la recherche de coefficients fait apparaître plus de deux coefficients par dimension, par exemple, pour la tuile T8.

Dans ce cas, l'étape E10 est suivie d'une étape E20 au cours de laquelle il est décidé de conserver la taille de cette sous-image, compte tenu de la qualité souhaitée et du résultat obtenu à l'étape E10.

L'étape E20 est ensuite suivie de l'étape E16 mettant fin à l'exécution de l'algorithme de la figure 7.

Suivant un autre cas de figure hypothétique par rapport à la représentation de la figure 8, on va maintenant s'intéresser au traitement de la tuile T2 pour illustrer le mode de suppression.

Lors du déroulement de l'algorithme de la figure 7, on choisit cette fois-ci le mode suppression afin de réduire le temps de calcul et donc la vitesse de traitement des données selon l'invention.

Lors de l'étape E9 on sélectionne une bonne qualité ($Q = b$).

Dans le cas de la tuile T2, l'étape E10 ne permet pas d'identifier de coefficients de sous-bande basse dans la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la tuile T2 et donc l'étape E10 est suivie d'une étape E11.

Compte tenu du mode choisi (suppression) l'étape E11 est suivie d'une étape E17 au cours de laquelle un test est pratiqué afin de savoir si la qualité choisie était la qualité moyenne ($Q = m$).

Dans notre cas, l'étape E17 est suivie d'une étape E21 au cours de laquelle un autre test est pratiqué afin de savoir si la qualité choisie est la bonne qualité ($Q = b$).

L'étape E21 est donc suivie de l'étape E19 au cours de laquelle il va être décidé de réduire la taille de la partie de la sous-image qui est en recouvrement avec la tuile T2.

5 Cette réduction de taille va consister à déplacer la frontière F représentée sur la figure 8 pour venir se placer dans une nouvelle position représentée par la frontière F", de manière à retirer de cette sous-image tous les coefficients des différentes sous-bandes de fréquence contenus dans la partie de la sous-image identifiée par la référence 210.

10 On remarquera que si l'on avait choisi pour cette tuile une qualité moyenne, l'étape E17 aurait conduit aux étapes E18 et E19.

Par contre, dans le cas où le mode suppression a été choisi et que l'on s'intéresse au traitement de la tuile T9, avec une sélection de qualité moyenne, les étapes E8, E9, E10, E11, E17 et E18 sont exécutées.

15 Etant donné que le nombre de coefficients est supérieur ou égal à 1, l'étape E18 est alors suivie de l'étape E20 au cours de laquelle il est décidé de conserver la taille de cette partie de la sous-image.

20 Lorsque la sous-image sélectionnée par l'utilisateur et localisée dans l'image a été étendue selon l'invention pour restituer une bonne qualité, alors on aboutit à la sous-image étendue SIE qui est représentée sur la figure 8 et qui englobe la sous-image SIS.

Comme indiqué plus haut, la sous-image qui sera fournie à l'utilisateur correspondra uniquement à la sous-image notée SIS sur la figure 8 et non à la sous-image étendue SIE.

25 Toutefois, cette sous-image SIS qui a été sélectionnée par l'utilisateur est de bien meilleure qualité que celle qu'il aurait obtenue si une extension n'avait pas été pratiquée sur cette sous-image.

Lorsque la sous-image est reconstituée on met fin à l'algorithme de la figure 5 par l'étape S16.

30 On notera que dans le mode suppression, la sous-image restituée n'est pas forcément de la taille de la sous-image demandée.

Pour toutes les tuiles de l'image considérée, on sélectionnera de préférence le même mode de qualité et d'extension afin d'éviter des irrégularités de restitution (qualité et taille) d'une tuile à l'autre. En effet, on constaterait de telles irrégularités si la partie 220 de la sous-image SIS qui est en recouvrement avec la tuile T7 (figure 8) était supprimée, alors que la partie 210 est conservée.

La **figure 9** donne une représentation des différents coefficients de sous-bande de fréquence dans le domaine spatial de l'image d'origine.

Sur cette figure on a représenté l'image délimitée par une bordure noire ainsi que la position des tuiles par rapport à cette image.

Cette figure indique la position des différents coefficients de sous-bande de fréquence pour chaque sous-bande pour le cas d'une décomposition en ondelettes effectuée selon trois niveaux de décomposition.

Tous ces coefficients sont représentés par des ronds à l'intérieur desquels se trouve un motif différent selon l'appartenance du coefficient à une sous-bande particulière.

Cette grille de points est périodique et on retrouve un maillage identique tous les 8 x 8 points.

Par définition, la grille des coefficients est positionnée à l'origine du repère de cette figure, où le premier coefficient de la sous-bande basse est représenté par un rond noir correspond au point d'origine (0,0).

On notera que dans la norme JPEG2000 il sera possible à la fois de positionner l'image dans ce repère en spécifiant le point défini par les coordonnées (ulcx, ulcy) et de positionner la grille des tuiles sur cette image par le point de coordonnées (ultx, ulty).

On notera que la figure 8 représente un cas particulier où la grille des tuiles et l'image sont toutes deux placées en (0,0).

Ces positions changeant la localisation des différents éléments (tuile et position des coefficients des sous-bandes) il convient de prendre en compte ces différents paramètres pour le calcul de la taille et pour la localisation des sous-images dans les sous-bandes.

Selon une variante, il peut être intéressant d'améliorer la qualité de l'image sélectionnée sur les contours de celle-ci.

Pour ce faire, on s'intéresse à la projection de la sous-image sélectionnée dans une ou plusieurs autres sous-bandes de fréquence et on
5 ajoute un ou plusieurs autres coefficients de cette ou de ces autres sous-bandes de fréquence dans la sous-image sélectionnée.

Les coefficients d'une sous-bande de fréquence autre que la sous-bande basse LL_0 correspondent à un type prédéterminé différent du type des coefficients de LL_0 .

10 Ainsi, en projection dans cette autre ou dans ces autres sous-bandes de fréquence, on augmente la taille de la sous-image ainsi projetée en allant chercher un ou plusieurs coefficients de sous-bandes se trouvant à proximité immédiate de la frontière de la sous-image avant le déplacement de celle-ci.

On peut ainsi retrouver les sous-images étendues dans toutes les
15 sous-bandes de fréquence pour bénéficier, non seulement des coefficients ajoutés de la sous-bande basse de dernier niveau LL_0 qui apportent un gain important de qualité, mais aussi des détails supplémentaires fournis par les sous-bandes LH, HL et HH des différents niveaux.

Il convient de noter qu'il peut être intéressant d'étendre malgré tout la
20 sous-image même si elle inclut déjà deux coefficients de sous-bande basse de dernier niveau par dimension afin de parfaire la qualité de la sous-image sur les bords.

Par exemple, considérons une sous image incluse entièrement dans la tuile T8 (figure 8) et contenant déjà plus de deux coefficients LL_0 par
25 dimension. Pour parfaire la qualité sur les bords on ajoute encore un ou deux coefficients LL_0 additionnels sur les bords.

L'invention permet de pouvoir décoder une sous-image tout en optimisant le nombre de coefficients à décoder.

Il est également possible de contrôler le critère représentatif du
30 compromis vitesse de traitement/qualité de restitution de la sous-image en modifiant la longueur de l'extension considérée de chaque sous-bande de la sous-image en question.

L'invention est particulièrement intéressante lorsque l'on considère une application dans laquelle l'utilisateur émet une requête d'obtention d'une partie d'un signal numérique codé car il veut charger, par exemple, dans un ordinateur, uniquement certains des blocs d'échantillons constituant le signal numérique codé. Ces blocs qui ont été codés de manière indépendante sont en relation avec la partie du signal sélectionnée par l'utilisateur.

Dans une autre application client-serveur, l'utilisateur ou client, éloigné de l'endroit où est stocké le signal d'image codé, par exemple, un serveur, peut souhaiter ne recevoir de celui-ci que la partie de l'image qui l'intéresse et émet donc une requête à cet effet (sous-image sélectionnée).

Ceci se traduit par la réception de certains des blocs d'échantillons qui ont été codés de manière indépendante dans le signal numérique codé.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement d'un signal numérique codé comportant,

5 d'une part, un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

10 - détermination du sous-ensemble d'échantillons correspondants à une partie du signal numérique codé à partir de l'ensemble d'informations,

- obtention du nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé et qui sont contenus dans le sous-ensemble d'échantillons déterminé,

15 - décision quant à une modification du sous-ensemble d'échantillons déterminé en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les étapes précitées sont effectuées à la réception d'une requête d'obtention de la partie du signal numérique codé.
- 20 3. Procédé de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations concernant la taille (w, h) de l'ensemble d'échantillons d'origine et sa résolution (res), caractérisé en ce qu'il comporte

25 les étapes suivantes :

- localisation d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine de taille (zulx, zuly, zh, zw) et de résolution (zres) données dans l'ensemble d'échantillons d'origine en fonction de l'ensemble d'informations de taille (w, h) et de résolution (res) de cet ensemble,

30 - détermination, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LL_0) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine, du nombre de

coefficients par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé,

- décision quant à une modification de la taille de ce sous-ensemble localisé en fonction du résultat de l'étape de détermination.

5 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de décision prend en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine du signal numérique.

10 5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que l'étape de décision prend en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un compromis entre le niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine et la vitesse de traitement permettant de restituer ce sous-ensemble.

15 6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de modification de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé.

 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la modification réside dans une augmentation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine.

20 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que, en représentant dans un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique, d'une part, la position des coefficients de la sous-bande de fréquence basse du dernier niveau de décomposition et, d'autre part, la position du sous-ensemble d'échantillons d'origine délimité par une frontière,
25 l'augmentation de la taille du sous-ensemble consiste à déplacer sa frontière de manière à ajouter dans ce sous-ensemble au moins un coefficient de la sous-bande de fréquence basse par dimension du signal numérique, l'edit au moins un coefficient ajouté se trouvant à proximité de la frontière avant le déplacement de celle-ci.

30 9. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la modification réside dans une réduction de la taille du sous-ensemble.

 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que, en

représentant dans un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique, d'une part, la position des coefficients des sous-bandes de fréquence obtenues par décomposition de l'ensemble d'échantillons d'origine et, d'autre part, la position du sous-ensemble d'échantillons d'origine délimité par une frontière, la réduction de la taille du sous-ensemble consiste à déplacer sa frontière de manière à retirer une partie de ce sous-ensemble et tous les coefficients de sous-bande de fréquence se trouvant dans cette partie.

11. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'étape de décision conduit à une conservation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé.

12. Procédé selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape d'augmentation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé qui ne modifie pas le nombre de coefficients de la sous-bande de fréquence basse correspondant audit sous-ensemble.

13. Procédé selon l'une des revendications 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, caractérisé en ce que, en représentant dans un espace de dimensions correspondant aux dimensions du signal numérique, d'une part, la position des coefficients des sous-bandes de fréquence obtenues par décomposition de l'ensemble d'échantillons d'origine et, d'autre part, la position du sous-ensemble d'échantillons d'origine délimité par une frontière, ledit procédé comporte une étape d'addition dans ce sous-ensemble d'au moins un coefficient d'une sous-bande de fréquence autre que la sous-bande basse par dimension du signal numérique, ledit au moins un coefficient ajouté se trouvant à proximité de la frontière avant le déplacement de celle-ci.

14. Procédé selon l'une des revendications 3 à 13, caractérisé en ce que l'ensemble d'échantillons d'origine du signal numérique est séparé en plusieurs zones (T_1, \dots, T_{15}) qui ont chacune subi de manière indépendante une décomposition en sous-bandes de fréquence suivant au moins un niveau de décomposition et l'étape de détermination consiste à déterminer pour chaque zone, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse de dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de la zone considérée, le nombre de coefficients de cette sous-

bande par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé.

15. Procédé selon l'une des revendications 3 à 14, caractérisé en ce que le signal numérique codé comporte des blocs d'échantillons qui ont été codés de manière indépendante.

5 16. Procédé de décodage d'un signal numérique codé ayant été traité par le procédé selon l'une des revendications 3 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- extraction des échantillons du signal numérique codé correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé dont la taille a
- 10 été éventuellement modifiée,
- décodage entropique de ces échantillons,
- déquantification des échantillons précédemment décodés,
- transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence sur les échantillons précédemment déquantifiés,
- 15 - restitution du sous-ensemble d'échantillons sélectionné.

17. Procédé selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce que l'étape d'extraction consiste à extraire du signal numérique les blocs d'échantillons correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé dont la taille a été éventuellement modifiée.

20 18. Procédé selon l'une des revendications 3 à 17, caractérisé en ce que le signal numérique est un signal d'image, les échantillons de l'image étant agencés pour constituer les lignes et les colonnes de cette image.

25 19. Dispositif de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons de différents types obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations représentatives des échantillons d'origine et de paramètres utilisés lors du codage, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de détermination du sous-ensemble d'échantillons
- 30 correspondant à une partie du signal numérique codé à partir de l'ensemble d'informations,

- des moyens d'obtention du nombre d'échantillons d'au moins un type prédéterminé et qui sont contenus dans le sous-ensemble d'échantillons déterminé,

- des moyens de décision quant à une modification du sous-ensemble d'échantillons déterminé en fonction du nombre d'échantillons obtenu.

20. Dispositif de traitement d'un signal numérique codé comportant, d'une part, un ensemble d'échantillons obtenus par codage d'un ensemble d'échantillons d'origine représentatifs de grandeurs physiques et, d'autre part, un ensemble d'informations concernant la taille (w, h) de l'ensemble d'échantillons d'origine et sa résolution (res), caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de localisation d'un sous-ensemble d'échantillons d'origine de taille (zulx, zuly, zh, zw) et de résolution (zres) données dans l'ensemble d'échantillons d'origine en fonction de l'ensemble d'informations de taille (w, h) et de résolution (res) de cet ensemble,

- des moyens de détermination, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse (LL_0) du dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de l'ensemble d'échantillons d'origine, du nombre de coefficients par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé,

- des moyens de décision quant à une modification de la taille de ce sous-ensemble localisé en fonction du résultat de la détermination.

21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que les moyens de décision prennent en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine du signal numérique.

22. Dispositif selon la revendication 20 ou 21, caractérisé en ce que les moyens de décision prennent en compte au moins un critère prédéterminé représentatif d'un compromis entre le niveau de qualité souhaité pour la restitution du sous-ensemble d'échantillons d'origine et la vitesse de traitement permettant de restituer ce sous-ensemble.

23. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 22, caractérisé en

ce qu'il comporte des moyens de modification de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé.

24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que les moyens de modification comprennent plus particulièrement des moyens d'augmentation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine.

25. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que les moyens de modification comprennent plus particulièrement des moyens de réduction de la taille du sous-ensemble.

26. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 22, caractérisé en ce que les moyens de décision conduisent à une conservation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé.

27. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens d'augmentation de la taille du sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé qui ne modifient pas le nombre de coefficients de la sous-bande de fréquence basse correspondant audit sous-ensemble.

28. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 27, caractérisé en ce que l'ensemble d'échantillons d'origine du signal numérique est séparé en plusieurs zones (T_1, \dots, T_{15}) qui ont chacune subi de manière indépendante une décomposition en sous-bandes de fréquence suivant au moins un niveau de décomposition et les moyens de détermination déterminent pour chaque zone, parmi les coefficients de la sous-bande de fréquence basse de dernier niveau de décomposition obtenue par décomposition en sous-bandes de fréquence de la zone considérée, le nombre de coefficients de cette sous-bande par dimension du signal qui correspondent au sous-ensemble localisé.

29. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 28, caractérisé en ce que le signal numérique codé comporte des blocs d'échantillons qui ont été codés de manière indépendante.

30. Dispositif de décodage d'un signal numérique codé ayant été traité par le dispositif selon l'une des revendications 20 à 29, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens d'extraction des échantillons du signal numérique codé

correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé dont la taille a été éventuellement modifiée,

- des moyens de décodage entropique de ces échantillons,
 - des moyens de déquantification des échantillons précédemment
- 5 décodés,
- des moyens de transformation inverse de la décomposition en sous-bandes de fréquence sur les échantillons précédemment déquantifiés,
 - des moyens de restitution du sous-ensemble d'échantillons
- sélectionné.

10 31. Dispositif selon les revendications 29 et 30, caractérisé en ce que les moyens d'extraction extraient du signal numérique les blocs d'échantillons correspondant au sous-ensemble d'échantillons d'origine localisé dont la taille a été éventuellement modifiée.

15 32. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 31, caractérisé en ce qu'il est adapté à traiter un signal numérique qui est un signal d'image, les échantillons de l'image étant agencés pour constituer les lignes et les colonnes de cette image.

33. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens de détermination, d'obtention et de décision sont incorporés dans :

- 20
- un microprocesseur (103),
 - une mémoire morte (104) comportant un programme (progr) de traitement du signal numérique codé, et
 - une mémoire vive (106) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

25 34. Dispositif selon l'une des revendications 20 à 29, caractérisé en ce que les moyens de localisation, de détermination et de décision sont incorporés dans :

- 30
- un microprocesseur (103),
 - une mémoire morte (104) comportant un programme (progr) de traitement du signal numérique codé, et
 - une mémoire vive (106) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution dudit programme.

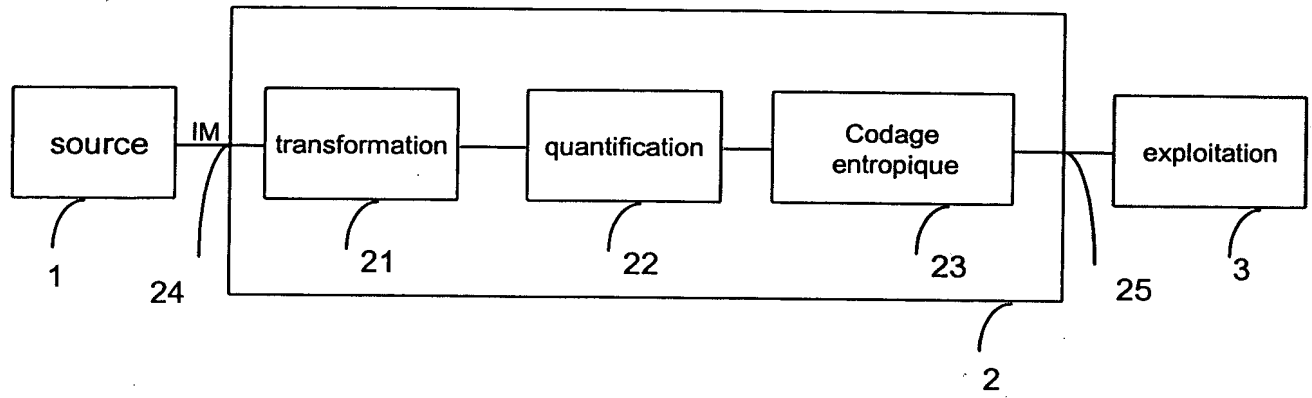
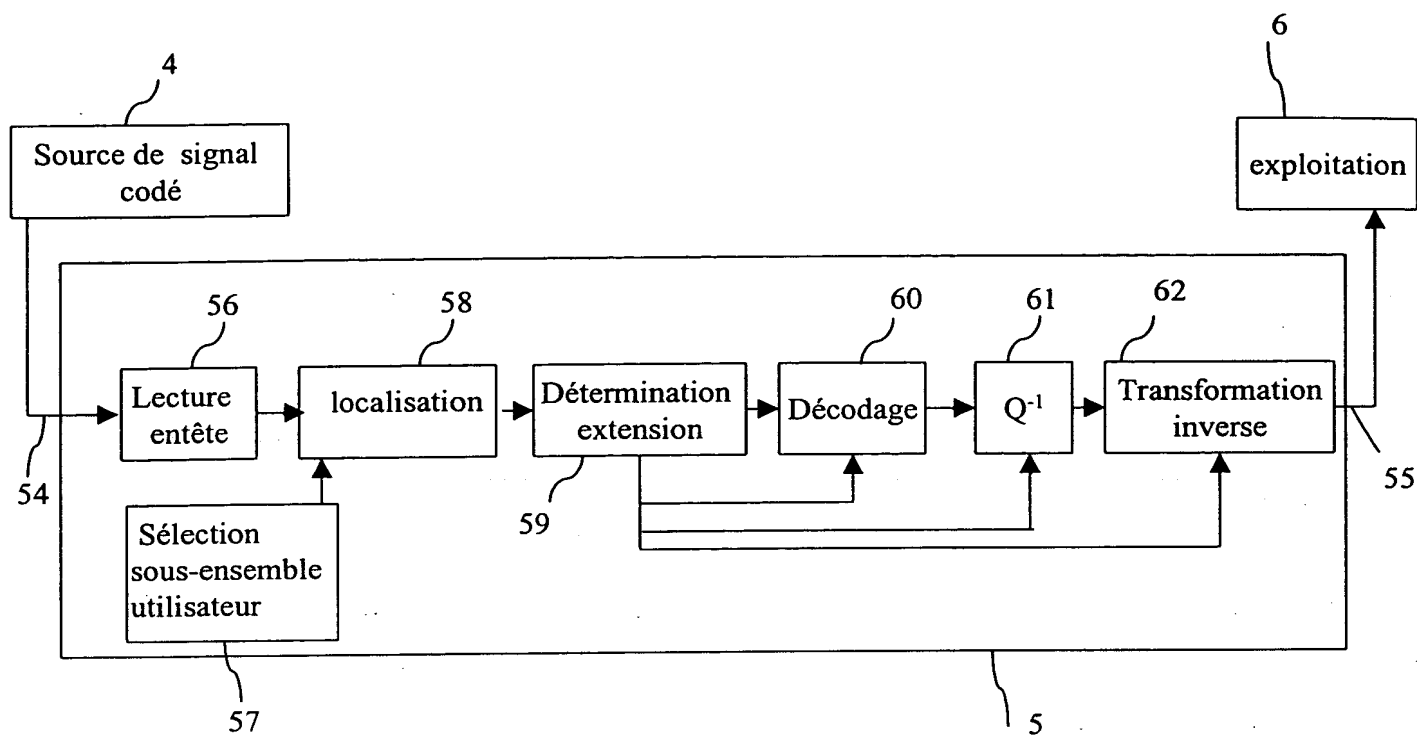
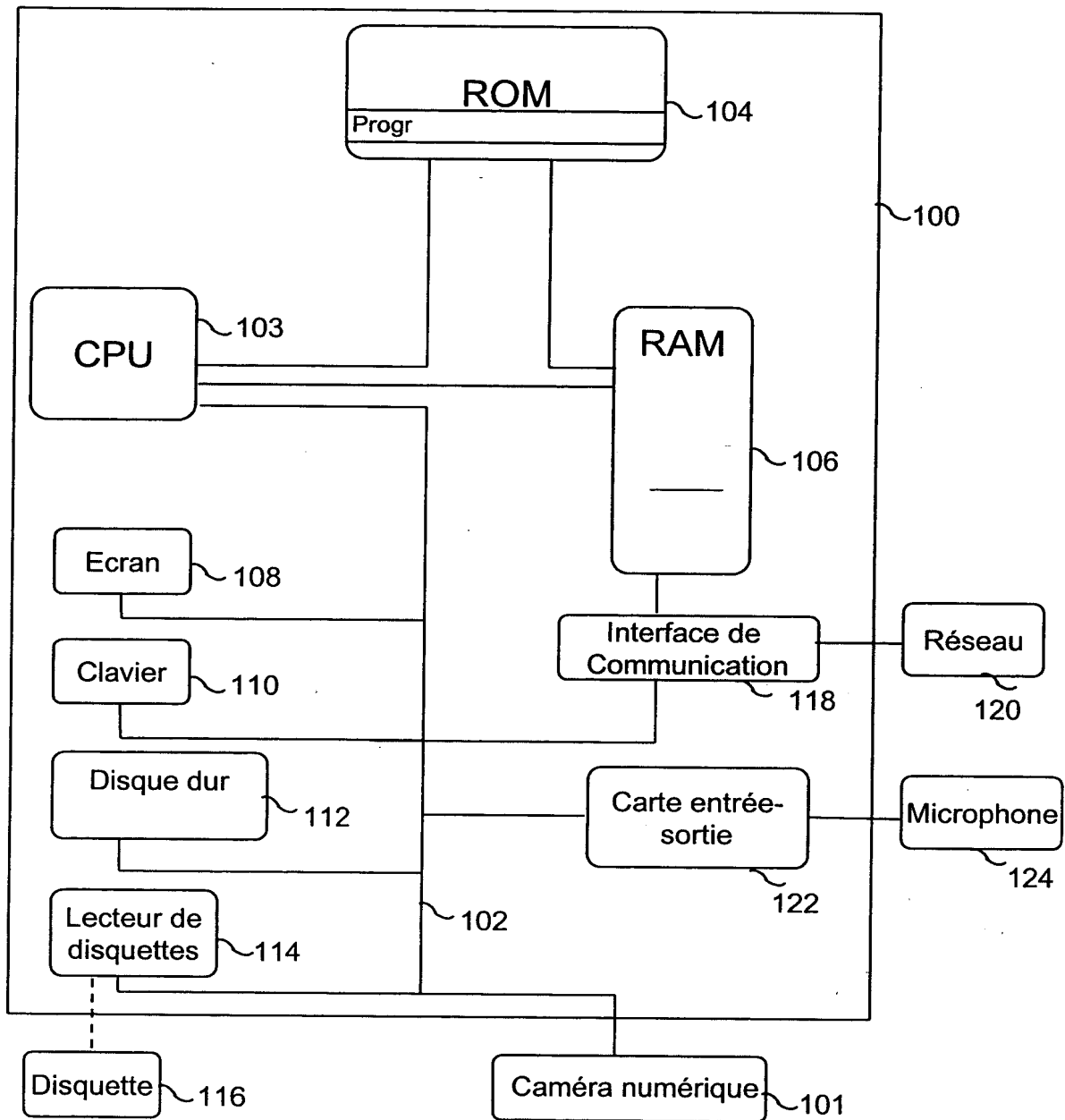


Fig. 1

*Fig. 2*

*Fig. 3*

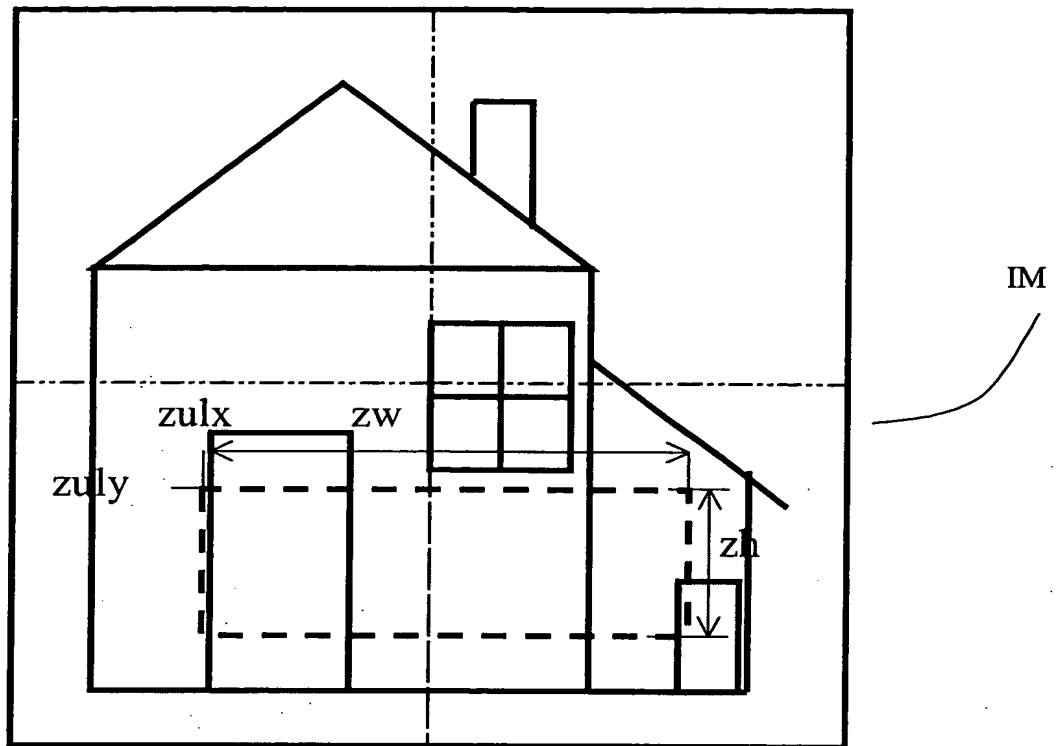


Fig. 4a

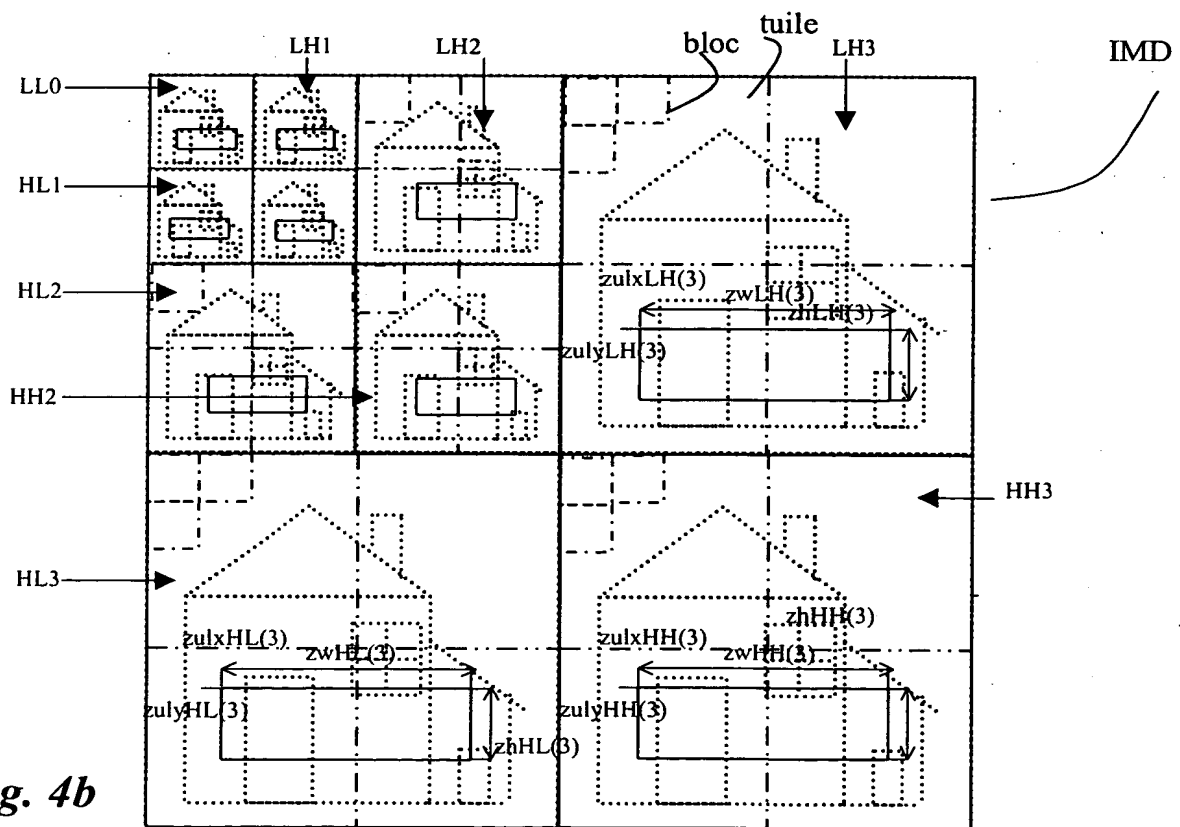


Fig. 4b

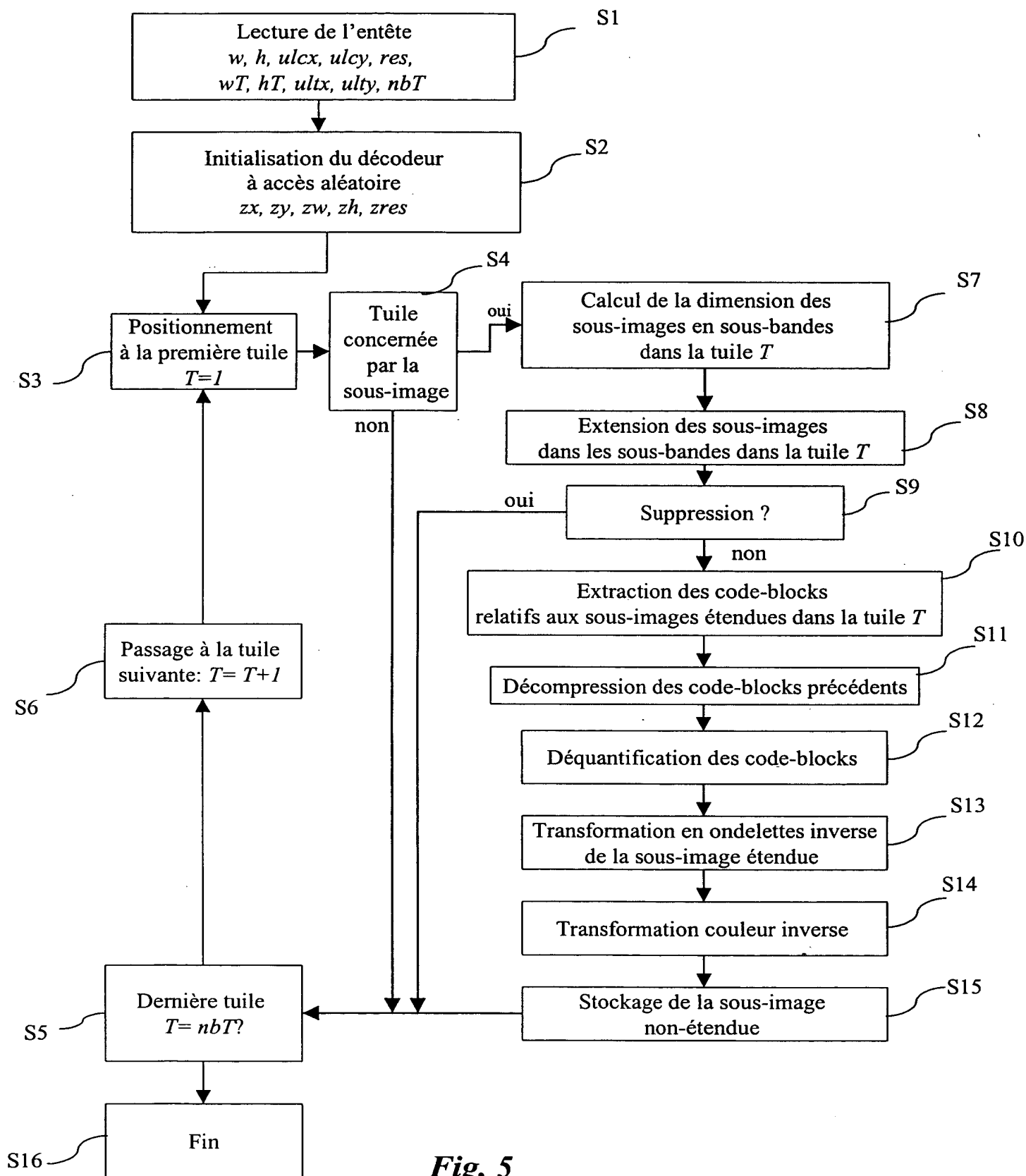


Fig. 5

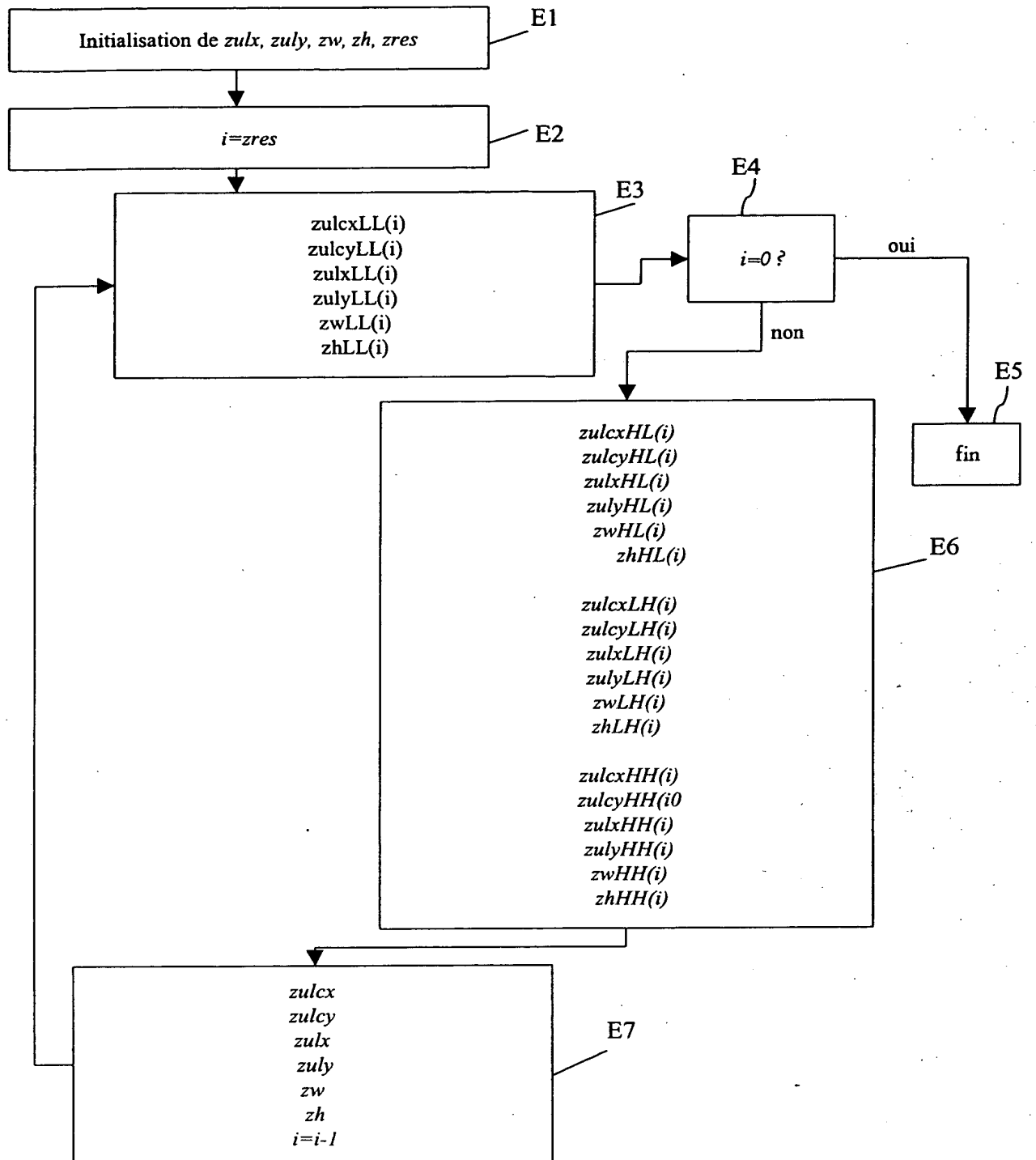


Fig. 6

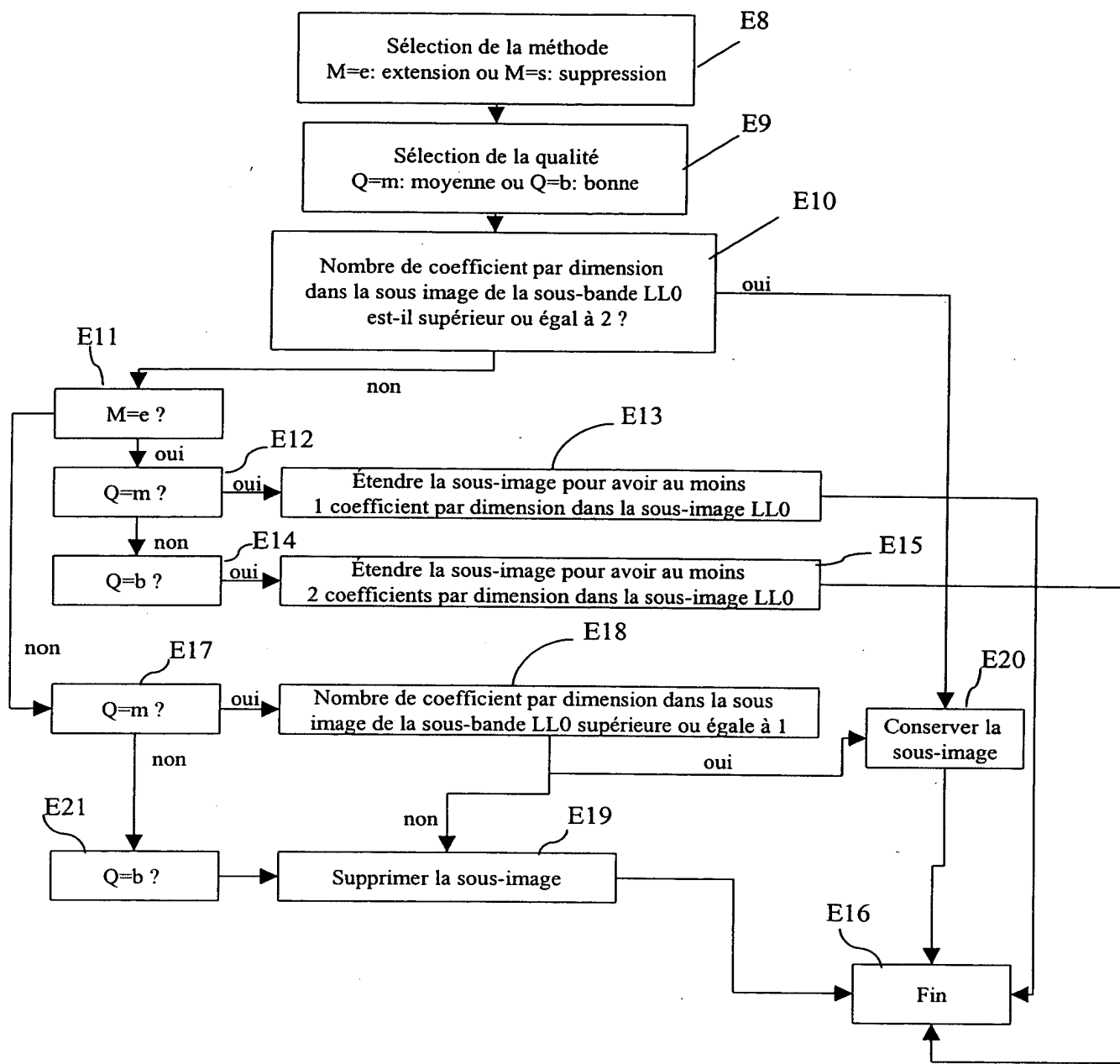
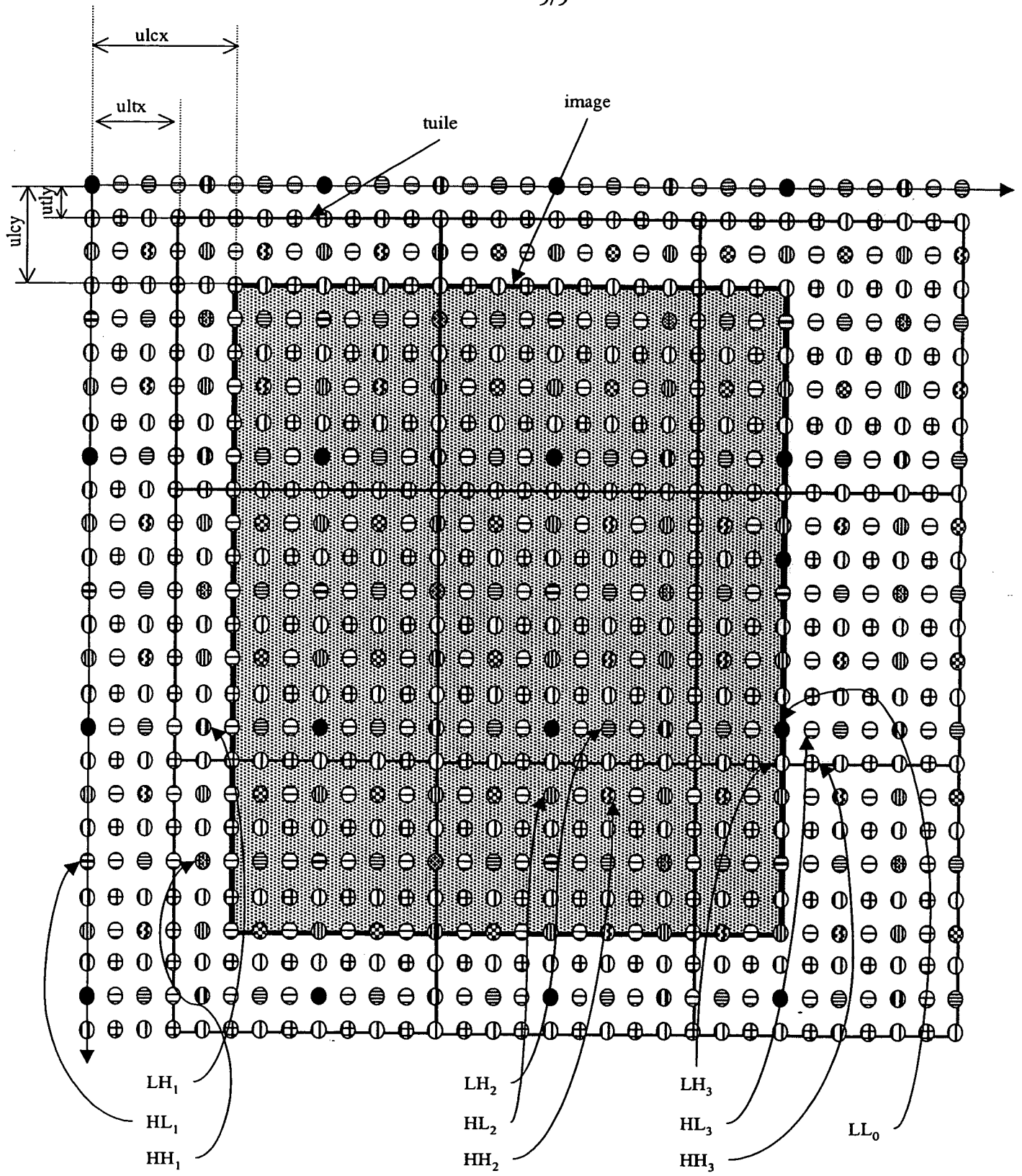


Fig. 7



Fig. 8

**Fig. 9**